

10/649 · 612 · 10·15·03

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-337282

(43)Date of publication of application : 06.12.1994

(51)Int.CI.

G01R 31/36

(21)Application number : 05-148392

(71)Applicant : OMRON CORP

(22)Date of filing : 28.05.1993

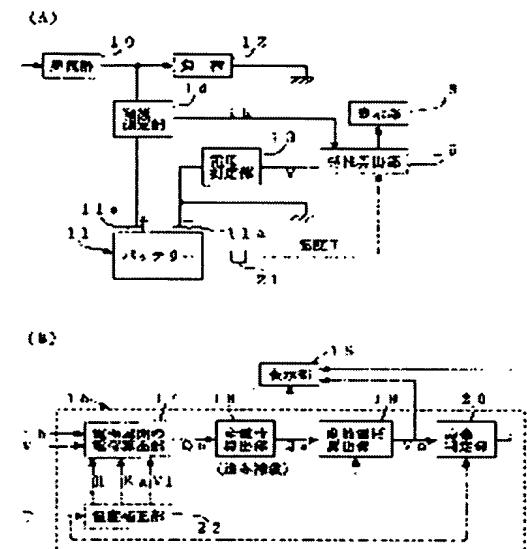
(72)Inventor : MINAMINO IKUO

(54) BATTERY MEASURING EQUIPMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a battery measuring equipment for measuring various characteristics, e.g. residual capacity or service life, accurately in real time.

CONSTITUTION: The terminal voltage and the charge/discharge current of a battery 11 are measured at a voltage measuring section 13 and a current measuring section 14 and the measurements are fed to a characteristics calculating section 15 where the residual capacity and the like are determined. In the characteristics calculating section 15, a charge calculating section 17 around an electrode determines the charges Q_n thereabout based on the voltage and current. The charge is substantially proportional to the voltage and has predetermined delay characteristics with respect to the variation of current. A total charge calculating section 18 represents the delay in the form of transfer function and conducts lead compensation according to the reverse characteristics thereof thus calculating the total charge (residual capacity) Q_a of battery with no influence of delay due to diffusion. Each processing section 19, 20 then determines the open voltage and service life accurately and instantaneously base on the Q_a thus calculated with no influence of diffusion.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Japanese Publication f r Unexamined Patent Application

No. 6-337282/1994 (Tokukaihei 6-337282)

A. Relevance of the above-identified Document

This document has relevance to claims 1 to 8 and 12 of the present application.

B. Translation of the Relevant Passages of the Document

See also the attached English Abstract.

[CLAIMS]

[CLAIM 1]

A battery measuring apparatus for measuring, in accordance with at least one predetermined information among a charge current, a discharge current, and a terminal voltage, predetermined properties including a remaining amount and a life judgment, the battery measuring apparatus comprising:

means for expressing, by using a transfer function, a voltage delay property that is in accordance with the current, and performing an advancing compensation with respect to the predetermined information by using an inverse property of the transfer function,

the battery measuring apparatus measuring the predetermined properties by using corrected information, which is

obtained by the advancing compensation.

[0001]

[INDUSTRIAL FIELD]

The present invention relates to a battery measuring apparatus, and more specifically, to an apparatus for measuring, for example, various properties (performance characteristics) of a battery, such as a remaining amount and a life judgment.

[0009]

...An object of the present invention is to provide a battery measuring apparatus capable of detecting, in real time, an accurate terminal voltage (including an open-circuit voltage) of a battery not only after the battery has stopped charging/discharging electricity, but also while the battery is charging/discharging electricity, thereby measuring, accurately and instantly, various properties of the battery, such as a remaining amount and a life judgment.

[0010]

[MEANS TO SOLVE THE PROBLEMS]

To solve the problems above, the battery measuring apparatus of the present invention is a battery measuring apparatus for measuring, in accordance with at least one predetermined information among a charge current, a discharge current, and a terminal voltage, predetermined properties including a remaining amount and a life judgment, the battery measuring



apparatus comprising means for expressing, by using a transfer function, a voltage delay property that is in accordance with the current, and performing an advancing compensation with respect to the predetermined information by using an inverse property of the transfer function, the battery measuring apparatus measuring the predetermined properties by using corrected information, which is obtained by the advancing compensation.

[0013]

...the battery is regarded as a control target having a first-order or second-order predetermined delay. A model of the delay of the voltage with respect to the current, the delay being caused by the chemical reaction and the dispersion, is created by considering a speed of the dispersion, which is caused by a temperature difference. In this way, the delay phenomenon is expressed by a transfer function. Then, an advancing compensation is performed for a variation of the terminal voltage (variation of the electric charge around the electrode) by using an inverse function (inverse property) of the transfer function. Values of a corrected voltage and a corrected electric charge are those of a case where the concentration difference is zero under the current state.

[0015]

...in the present embodiment, predetermined properties of the battery 11...are measured. First, a voltage measuring section 13 is connected between positive and negative terminals 11a of the battery 11, so as to measure an inter-terminal voltage V.



[0016]

The positive terminal of the battery 11 is connected to a current measuring section 14 for measuring a discharge current i_h (which becomes a charge current if $i_h < 0$) discharged from the battery 11. Via the current measuring section 14, the positive terminal of the battery 11 is connected to the rectifier 10 and to the load 12. Then, the voltage V and the current i_h , which are measured by the voltage measuring section 13 and the current measuring section 14, are supplied to a property calculating section 15. The property calculating section 15 calculates, in accordance with supplied data, predetermined properties (a remaining amount (total electric charge Q_a of the battery), an open-circuit voltage V_o , a life judgment, and the like). Then, the display section 16 displays the predetermined properties.

[0017]

...due to an influence of dispersion caused by a concentration difference in an electrolysis solution, a predetermined delay is caused in the voltage V , which is detected by the voltage measuring section 13 as described above. Therefore, the voltage V is different from a voltage that should be detected from the battery 11 at that time (voltage that would be detected if there were no concentration difference). As a result, even if various properties are measured in accordance with the voltage V that is different, there are gaps between the measured properties and actual properties.

[0018]

Therefore, the present invention pays attention to the delay phenomenon, and regards the battery as a control target having the delay. In the present invention, the delay is corrected by performing a predetermined advancing compensation, so as to measure, in real time, accurate properties such as the remaining amount.

[0028]

...In the present embodiment, as shown in Fig. 1(B), the property calculating section 15 supplies the discharge voltage i_h and the terminal voltage V of the battery to an electric charge calculating section 17. The electric charge calculating section 17 calculates a value of the electric charge Q_n that is in the region A.

[0029]

An output from the electric charge calculating section 17 is supplied to a total electric charge calculating section 18, which is an advance compensation section. The total electric charge calculating section 18 calculates, by multiplying thus given Q_n by the inverse property of the transfer function, the total electric charge Q_a that the battery 11 currently has, and that is not influenced by the dispersion.

[0031]

Moreover, in the present embodiment, an output from an open-circuit voltage calculating section 19 is supplied to a life judging section 20. The life judging section 20 judges a degree of deterioration of the battery. When a discharge current is discharged from the battery so as to discharge the electric charge, the greater

the degree of deterioration of the battery is, the faster a degree of decrease of the terminal voltage due to elapse of time (discharge property) decreases. Therefore, the life judging section 20 causes a pseudo electric power failure, then measures how much the terminal voltage is decreased, and judges that a life of the battery has expired, for example, if no more than a certain length of time is required until the voltage reaches a certain threshold value.

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-337282

(43) 公開日 平成6年(1994)12月6日

(51) Int.Cl.⁵
G 0 1 R 31/36

識別記号 庁内整理番号
Z 7324-2G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5 FD (全9頁)

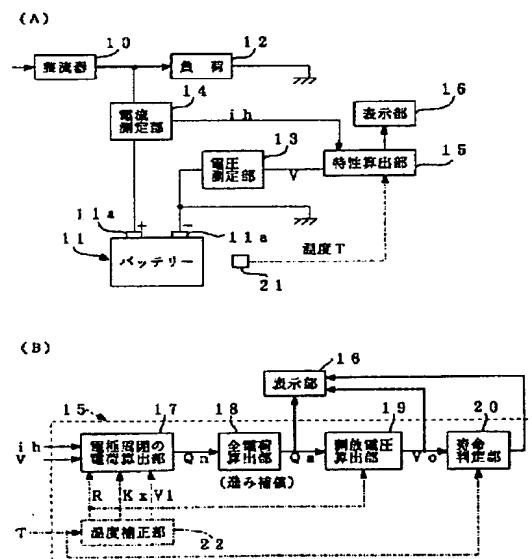
(21) 出願番号	特願平5-148392	(71) 出願人	000002945 オムロン株式会社 京都府京都市右京区花園土堂町10番地
(22) 出願日	平成5年(1993)5月28日	(72) 発明者	南野 郁夫 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ ムロン株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 松井 伸一

(54) 【発明の名称】 バッテリー計測装置

(57) 【要約】

【目的】 リアルタイムで正確な残存容量や寿命判定等の各種の特性を計測することのできるバッテリー計測装置を提供すること。

【構成】 バッテリー11の端子電圧、充/放電電流を電圧測定部13、電流測定部14で計測するとともに特性算出部15に送り、残存容量などを求める。特性算出部15では、まず、電極周囲の電荷算出部17にて電圧、電流に基づいてその周囲の電荷Qnを求める。この電荷は電圧に略比例し、しかも電流の変化に対し所定の遅れ特性を有する。そこで、全電荷算出部18では、上記遅れを伝達関数で表現し、その逆特性でもって進み補償を行うことにより、拡散による遅れの影響を受けず、その時のバッテリーの全電荷(残存容量)Qaを算出する。この算出したQaに基づいて、各処理部19、20にて開放電圧や寿命判定も拡散の影響を受けることなく瞬時に正確に求まる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 バッテリーの充電電流、放電電流、端子電圧の少くとも1つの所定の情報に基づいて残存容量や寿命判定などの所定の特性を計測するバッテリー計測装置であって、前記電流に基づく電圧の遅れ特性を伝達関数で表現し、その伝達関数の逆特性でもって前記所定の情報に対し進み補償を行う手段を備え、その進み補償した補正情報に基づいて前記所定の特性を計測するようにしたバッテリー計測装置。

【請求項2】 化学反応により充／放電するバッテリーの充電電流及びまたは放電電流を検出する電流検出手段と、前記バッテリーの端子電圧を検出する電圧検出手段と、前記電流検出手段並びに電圧検出手段で検出した電流、電圧に基づいて前記バッテリーの電極附近の比較的早く化学反応を生じる電解液中に存在する電荷を求める手段と、前記電荷を求める手段により算出された電荷に対して前記所定の進み補償を行い、前記バッテリー中に存在する電荷の総量を算出する手段とを備えたバッテリー計測装置。

【請求項3】 前記電荷の総量を算出する手段の出力を受け、平衡状態となった時の開放電圧を予測する手段をさらに備えた請求項2に記載のバッテリー計測装置。

【請求項4】 前記開放電圧を予測する手段の出力を受け、前記バッテリーの劣化状況を判定する寿命判定手段をさらに備えた請求項3に記載のバッテリー計測装置。

【請求項5】 前記電解液の温度を直接または間接的に検出する手段を設け、検出した温度に基づいて前記各算出する手段における所定の係数を補正するようにした請求項1～4のいずれか1項に記載のバッテリー計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、バッテリー計測装置に関するもので、より具体的にはバッテリーの残存容量や寿命判定などの各種特性（性能）等を測定するための装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 充電が行えるバッテリー（蓄電池）は、無停電電源システムや、車載並びに太陽光発電システム等様々な分野に利用されている。そして、そのバッテリーは、容器本体内に電解液を充填するとともにその電解液内に電極を挿入配置した構成となっている。

【0003】 ところで、バッテリーの残存容量を知ることは、充電の必要性の有無並びにその充電量（時間）や、寿命判定などを知る上で重要なことであり、係る残存容量計測装置として、従来種々のタイプのものが提案されている。そして、その一例を示すと、例えば特開昭

63-208773号公報に開示されるように、バッテリーへの充電電流並びにバッテリーから負荷へ供給される時の放電電流を積算し、その電流の積分量から現在のバッテリーの残存容量を求めるものがある。すなわち、残存容量は、現在のバッテリー内に貯留されている電荷の総量に相当し、電流を積算する（充電電流は正、放電電流は負）ことによりバッテリーへの電荷の供給量と放出量の総和が求められるからである。

【0004】 また、寿命判定装置としては、例えば特開平2-55536号公報に開示されるように、まず平常時（商用電源から負荷に対して電力供給している時）にバッテリーに対しても浮動充電等の方法で充電し、満充電状態（残存容量100%）にする。そして、疑似停電を発生させてバッテリーから負荷に電力を供給する。この放電中の電池の端子電圧を測定し、その電圧が所定の電圧に降下した時までの出力電流の積分量を求め、その積分量が所定量に達していたか否かにより寿命か否かの判定をするようにしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記した従来のものでは、以下に示す問題を有する。すなわち、いずれも電流を積算するようにしたため、積算するもととなる算出値に誤差を生じると、係る誤差が累積され正確な計測ができない。また、充電電流のすべてのエネルギーが充電（電荷の蓄積）に用いられるのではなく、充電効率に従って所定量が充電に使用される。そして、その充電効率は残存容量によっても変動し、さらに、温度によっても変化するので正確に把握することができず、累積する誤差の発生の要因となる。

【0006】 ところで、従来から残存容量はバッテリーの端子間の開放電圧と温度から比較的正確に検出することができるることは知られている。すなわち、上記したように残存容量は、そのバッテリーの電解液内に貯留されている電荷の総量に比例し、しかも上記開放電圧も総電荷量により決定されるからである。従って、開放電圧を計測することにより残存容量を求めることができる。

【0007】 しかしながら、上記バッテリーの充／放電は、電解液1と電極板2間での化学反応に基づいて生じるため、充／放電中並びにその後一定時間は、電極板2の周囲（領域A）の電解液濃度と、電極板2から離れた領域Bでの電解液濃度が異なる（図9参照）。そして係る濃度差に基づく自然拡散により電解液全体の濃度が均一になるのには数時間から数日間かかる。すなわち、図10（A）に示すように、ある時刻t1～t2間での間に一定の電流値でもって放電した場合の出力電圧の変化は、同図（B）に示すようになる。図示するように、時刻t1で負荷に接続して放電することにより、まず瞬時に内部抵抗に相当する電圧降下△V（= i R）を生じ、その後放電終了時刻t2まで、端子電圧は徐々に降下する。そして、時刻t2以降は開放電圧となるため瞬時に

内部抵抗に伴う電圧降下分だけ電圧が上昇し、その後、開放電圧は徐々に上昇し、所定の電圧値に収束する。この様に、電圧の変化は所定の遅れがある。なお、この現象は、充電時にも同様に発生する。

【0008】従って、現在のバッテリーの開放電圧を正確に測定するためには、電流を零にした状態でさらに所定時間またなければならず、充／放電を頻繁に行い、しかも、その時に流れる電流も変動する太陽光発電システムや電気自動車その他の車載用バッテリーに適用することはできない。また、無停電電源装置などのバックアップ用のバッテリーでしかも待機中は電流の充／放電が行われないような構成のものには適用する余地はあるものの、やはり、測定のためには一定時間またなければならず放電終了後すぐにその時の残存容量を知りたい場合には、上記遅れとともに誤差を生じ、さらに安定状態（電解液中の各領域での濃度差がなくなる）になったことを確認することは困難であるため、やはり、誤差を含むものとなる。

【0009】本発明は、上記した背景に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、充／放電停止後はもちろんのこと、充／放電中であってもリアルタイムで正確なバッテリーの端子電圧（開放電圧も含む）を検出することができ、残存容量や寿命判定等の各種の特性を瞬時かつ正確に計測することのできるバッテリー計測装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するために、本発明に係るバッテリー計測装置では、バッテリーの充電電流、放電電流、端子電圧の少くとも1つの所定の情報に基づいて残存容量や寿命判定などの所定の特性を計測するバッテリー計測装置であって、前記電流に基づく電圧の遅れ特性を伝達関数で表現し、その伝達関数の逆特性でもって前記所定の情報に対し進み補償を行う手段を備え、その進み補償した補正情報を基づいて前記所定の特性を計測するようにした。

【0011】

【作用】バッテリーが充／放電する時には、まず、電極の周囲の電解液（電解質）から化学反応を生じ、電極から離れた領域に位置する電解液は充／放電開始後すぐには化学反応を起こさない。そのため、電解液の中で濃度差を生じる。そして、その濃度差にともない、平衡状態になるべく電荷の移動（拡散）が生じる。そして、この電荷の移動は、電解液の濃度が均一（濃度差零）になるまで行われる。

【0012】ところで、バッテリーの端子電圧は、電極の周囲に存在する電解液の濃度（電荷）に対応するものであるため、例えば一定電流で放電し、その後、停止した場合の端子電圧の変化は、放電中は徐々に減少していく放電停止後は徐々に上昇し放電した電荷分だけ放電開始時の電圧から低い電圧値に収束する。すなわち、所定

の遅れ現象が生じる。

【0013】そこで、バッテリーを1次または2次の所定の遅れのある制御対象とし、化学反応と拡散に起因する電流に対する電圧の遅れを、その濃度差による拡散速度を考慮してモデル化し、その遅れ現象を伝達関数で表現する。そして、端子電圧の変化（電極の周囲の電荷の変化）に対して上記伝達関数の逆関数（逆特性）でもって進み補償をして補正すると、得られた補正電圧、補正電荷は、現在の状態で濃度差零になった時の各値となる。よって実際に平衡状態になるまで待つことなく、収束時の各情報を得ることができ、拡散の影響を受けることなくリアルタイムに必要なデータが得られ、それに基づいて各特性が計測される。

【0014】

【実施例】以下、本発明に係るバッテリー計測装置の好適な実施例を添付図面を参照にして詳述する。図1は本発明の第1実施例を示している。同図に示すように、整流器10を介してバッテリー11並びに負荷12に電力供給がされ、バッテリー11は満充電（端子電圧が整流器出力（負荷に係る電圧）と等しい）になるまで充電される。そして停電時にはバッテリー11に蓄えられた電荷が放出され、このバッテリー11から負荷12へ電力供給をするようになっている。そして、図示省略するが、整流器10は商用電源や太陽電池などの所定の電源に接続されている。

【0015】そして本例は係るバックアップシステムに用いられるバッテリー11の所定の特性を計測するもので、まず、バッテリー11の正負の端子11a間に電圧測定部13を接続し、その端子間電圧Vを測定するようになっている。なお、本例では上記したことなくバッテリー11は、開放されることがないため、開放電圧V_oは計測されない。

【0016】また、バッテリー11の正極端子には、バッテリー11からなる放電電流i_h（i_h<0の時は充電電流となる）を計測するための電流測定部14を接続し、この電流測定部14を介して上記整流器10や負荷12と接続されている。そして、それら両測定部13、14にて検出した電圧V、電流i_hを特性算出部15に送り、そこにおいて与えられたデータに基づいて所定の特性（残存容量（バッテリーの全電荷Q_a）、開放電圧V_o、寿命判定など）を求め、それを表示部16に表示するようになっている。

【0017】ところで、上述したことなく上記電圧測定部13にて検出した電圧Vは、電解液中の濃度差に基づく拡散の影響から所定の遅れを生じるため、その時のバッテリー11が本来の出力すべき電圧（濃度差がないとした場合の電圧）と異なる。従って、係る異なる電圧Vに基づいて各種の特性を求めて誤差を生じてしまう。

【0018】そこで本発明は、係る遅れ現象に着目し、バッテリーを係る遅れのある制御対象ととらえ、所定の

進み補償を行うことにより上記遅れを補正し、リアルタイムで正確な残存容量等の特性を求めることができるようとした。

【0019】まず、残存容量を求めるために必要な電荷と放電電流の関係について考える。拡散の影響がなく瞬時に電解液が均一に混ざり合うとすると、濃度 ρ_a （拡散終了後の平衡状態での濃度）は電解液中に存在する全電荷 Q_a に比例した変化が起こる。また、電解液の全容積を V_a 、全電荷を Q_a 、放電電流を i_h とおくと、下記式が成り立つ。

【0020】

【数1】

$$Q_a = \int i_h dt \quad t : \text{時間}$$

これをラプラス変換すると、

$$Q_a (S) = \frac{1}{S} i_h (S)$$

次に、拡散の影響を考えると、電極板の周囲から化学反応が進み、その周囲の領域の電解液濃度と、電極板から離れた領域の電解液濃度との間で濃度差が生じる。そして、濃度差が大きいほど拡散速度が速くなり、拡散が進み濃度差が少くなるとその速度も遅くなる。そしてその拡散により反応済みの電解液（電極板周囲の領域に位置する）と、未反応の溶液が入れ替わり、その入れ替わりによりイオン電荷が流入し（電流が流れる）、濃度の差が減少する。

【0021】係る現象のために遅れが生じるが、その遅れを式で表現すべく本例では、図2（A）に示すようなモデリングをした。すなわち、バッテリー11は、公知のように容器本体11b内に所定量（容積 V_a ）の電解液11cを充填し、その電解液11c内に正負の電極板11dを浸漬させる。そして、この電極板11dが、図1（A）に示す正負の端子11aに接続される。係る構成において、電極板11dの周囲の狭い範囲の領域A（比較的早く反応が生じる）と、それ以外の広い範囲の領域B（遅れて反応する）に分け、領域Aの濃度を ρ_n 、領域Bの濃度を ρ_w とする。すると、濃度 ρ_n 、 ρ_w と単位体積あたりの電荷は比例関係にあるので、それ下記式が成り立つ。

【0022】

【数2】

$$D_n \propto Q_n / V_n$$

$$D_w \propto Q_w / V_w$$

但し、 Q_n は狭い領域Aの電荷
 V_n は狭い領域Aの容積
 Q_w は狭い領域Bの電荷
 V_w は広い領域Bの容積

そして、上記したイオンの移動 i_1 は濃度に比例するため、下記式で表現することができ、かかる現象を等価回路で示すと同図（B）で表すことができ、さらに上記イ

オンの移動 i_1 （領域Bから領域Aに流れ込む）の現象を図示すると同図（C）に示すようになる。

【0023】

【数3】

$$i_1 \propto D_w - D_n$$

$$\propto Q_w / V_w - Q_n / V_n$$

$$\therefore i_1 = K_1 (Q_w / V_w - Q_n / V_n)$$

K_1 ：比例定数

そして、時間 t の経過に伴う上記各値の変化は、図3に示すようになる。すなわち、同図（A）に示すように、放電電流 i_h が時刻 t_1 から t_2 までの間一定電流だけ流れ、それ以外は電流が流れないものとする。すると、同図（B）に示すように、領域Aの電荷 Q_n は、時刻 t_1 からすぐに、しかも比較的急激に減少し、 t_2 以降は、徐々に上昇する。また、上記電荷 Q_n の急激な現象にともない領域Bの電荷 Q_w との間で濃度差が生じるため、その濃度差に伴う領域Bから領域Aへのイオン電荷の移動 i_1 状況は、同図（C）に示すように t_1 から t_2 間では徐々に上昇し、 t_2 以降は放電電流 i_h がなくなり、領域Aでの化学反応がなくなるため、 i_1 は徐々に減少する。そして、領域Bでの電荷は、上記 i_1 による領域Aへの電荷の流入にともない、同図（D）に示すように時刻 t_1 以降、徐々に減少する。従って、電解液中の電荷の総量 Q_a は、上記両領域A、Bにおける各電荷 Q_n と Q_w の和であるため、図（B）と図（D）を合成し、同図（E）に示すように t_1 から t_2 にかけて徐々に減少し、 t_2 以降は一定を保つことになり、これは、上記した電解液が瞬時に混ざり合う場合の現象と等しくなる。

【0024】さらに、上記式中各電荷 Q_n 、 Q_w は放電電流 i_h により具体的には下記式のように変化する。そして、これを制御ブロック図で示すと、図4のようになる。

【0025】

【数4】

$$d Q_n / d t = - i_h + i_1$$

$$d Q_w / d t = - i_1$$

さらに、この図4に示す制御ブロック図を、自動制御の変換ルールにしたがって、図5、図6に示すようにブロック図を適宜変換し、伝達関数の導出を図る。これにより、図6（D）に示すように、放電電流 i_h に対する領域Aの電荷 Q_n の伝達関数（遅れ）を求めることができる。

【0026】一方、放電電流 i_h に対するバッテリーの端子間電圧 V 並びに開放電圧 V_o の関係を制御ブロック図で表すと図7（A）に示すようになり、平衡状態における開放電圧 V_o は全電荷 Q_a に基づいて算出できる。そして全電荷 Q_a は、下記式に基づいて算出すことができる。但し、図7（A）中、 K_x は電圧／濃度の係数

であり、またV₁は同図(B)に示す濃度-電圧特性における直線性を有する箇所を延長(二点鎖線で示す)し、その延長線と縦軸の交点となる。さらに、Rは、バッテリー11の内部抵抗である。

【0027】

【数5】

$$Q_a = Q_n + Q_w = \frac{1}{S} i_h$$

より

$$\begin{aligned} Q_a &= \frac{S+a}{S+b} \cdot \frac{S+b}{S+a} \cdot \frac{1}{S} i_h \\ &= \frac{S+a}{S+b} Q_n \end{aligned}$$

従って、係数a、bを求めれば、領域Aの電荷Q_nからバッテリー全体の全電荷Q_aを算出することができる。すなわち、本例では拡散による遅れを示す伝達関数の逆関数を電荷Q_nに掛け合わせることにより、補正(進み補償)を行うようにした。そして、開放電圧V_oは、この様に求められた全電荷Q_aを下記式に代入することにより求めることができる。そして、これにより、例えば上記した図10(A)、(B)に示すような放電電流が流れ、その時の時間経過に伴う計測電圧Vのようになっている場合に、各時刻での予想開放電圧V_oは、図8に示すようになる。

【0028】 $V_o = Kx \cdot (Q_a / V_a)$

但し、 $V_a = V_n + V_w$

上記原理に基づき、本例では図1(B)に示すように、特性算出部15は、放電電流i_h、バッテリーの端子電圧Vを電極周囲の電荷算出部17に送り、ここにおいて、領域Aの電荷Q_nの値を求める。具体的には、下記式にi_h、Vを代入し算出する。

【0029】

【数6】

$$Q_n = \frac{V_n}{Kx} (V - V_1 - i_h R)$$

その電荷算出部17の出力を進み補償部たる全電荷算出部18に送り、ここにおいて、与えられたQ_nに対して上記した伝達関数の逆特性を掛け合わせることにより、拡散の影響を受けない現在のバッテリー11が有する全電荷Q_aを算出するようになっている。そして、この全電荷算出部17の出力を上記表示部16に接続し、全電荷すなわちバッテリーの残存容量を表示する。また、全電荷算出部17の出力は、開放電圧算出部19にも接続されており、この開放電圧算出部19では、与えられたQ_aを下記式に代入し、現在濃度差がないとした場合の予想開放電圧V_oを算出し、これを表示部16に表示するようになっている。

【0030】

【数7】

$$V_o = Kx \cdot \frac{Q_a}{V_a}$$

なお、上記各算出部で必要なa、b、V_n並びにRは、予め計測し、各部にセットしておく。

【0031】さらに本例では、開放電圧算出部19の出力を寿命判定部20に送り、ここにおいてバッテリーの劣化状況を判定できるようになっている。すなわち、バッテリーから放電電流を流し電荷を放電した場合の時間経過に伴う端子電圧の低下の程度(放電特性)は、バッテリーの劣化が進むほど早く低下する。従って、この寿命判定部20では、疑似停電を生じさせ、その時の端子電圧の低下の状態を計測し、例えば電圧があるしきい値に達するまでに要する時間が一定時間以下の時には寿命がきていると判断したりするようになる。但し、与えられる電圧データは開放電圧であるため、放電電流データや内部抵抗データを受け、上記開放電圧V_oから内部抵抗による電圧降下分を引いた値を用いて判定を行うようになる。

【0032】なお、寿命判定の方式としては、上記したものに限ることなく負荷に接続した状態の端子電圧、開放電圧などに基づいて行うものであればどの様なものでも良い。

【0033】さらにまた、本例では、温度補正を行えるようになっている。すなわち、電荷Q_nを求めるための係数R、Kx、V₁は、上記した説明では定数とおいたが、厳密には温度により変化する変数である。従って、使用温度環境がほぼ一定或いはその変化の幅が少ない場合には、上記した構成でも十分(その温度に応じた各係数をセットする)であるが、例えば温度変化が非常に大きい場合や、より正確に計測を行う場合には、以下に示す所定の温度補正を行う。すなわち、蓄積された電荷と同じであっても、その端子電圧は温度により変化する。換言すれば、計測した端子電圧が等しくても、その時の温度により貯留されている電荷量は異なる。そして、係る原因是、主として温度変化により内部抵抗Rが変動し、また、開放電圧(起電圧)V_oが変化(これにより係数Kx、V₁が変化する)するためである。

【0034】従って、図1に示すように、バッテリー11に近接して温度センサ21を設け、検出した温度を温度補正部22に与えるようにする。そして、この温度補正部22では、温度に対する上記各係数の対応表を有し、所望の係数(R、Kx、V₁)を電極周囲の電荷算出部17に与えるようにし、その算出部17では、与えられた係数と電圧V、放電電流i_hを算出式に代入し、Q_nを求めるようとする。かかる構成にすることにより、より正確な計測ができる。さらに、内部抵抗Rは、

50 開放電圧を求める時にも使用するため、図示のごとく開

放電圧算出部19にもセットする。

【0035】さらにまた、内部抵抗Rは、上記したことなく温度により変化するが、さらに残存容量Qaによっても変化する。すなわち、通常の使用範囲では一定値（温度一定とした場合）を保つのであるが、放電が続き、空充電（残存容量が0）に近付くと、内部抵抗は急激に上昇する。従って、より正確に行うためには、温度に基づくRの補正を行うに際し、全電荷算出部18により求められたQaを用いてフィードバック制御を行い新たな補正内部抵抗Rを算出し、それに基づいて各種の演算処理を行うようにするのが望ましい。なお、温度変化が少ない環境下での使用の場合には、温度補償をすることなく、上記残存容量に基づく内部抵抗の補正のみ行うようにしても良い。

【0036】なお、上記した実施例では、モデリングする際に電極の近い領域Aと遠い領域Bの2つに分けたが、さらに細かく分けても良く、かかる場合にはより正確な進み補償を行うことができる。

【0037】

【発明の効果】以上のように、本発明に係るバッテリー計測装置では、化学反応に伴う拡散現象により電流の変化に対して所定の遅れを有する電圧等に対し、進み補償を行うようにしたため、係る進み補償により得られた補正電圧、補正電荷等は、現在の状態で濃度差零になった時の各値となる。よって実際に平衡状態になるまで待つことなく、収束時の各情報を得ることができ、拡散の影響を受けることなくリアルタイムに必要なデータが得られ、それに基づいて各特性が計測することができる。すなわち、充／放電停止後はもちろんのこと、充／放電中であってもリアルタイムで正確なバッテリーの端子電圧（開放電圧も含む）等を検出することができ、残存容量や寿命判定等の各種の特性を瞬時かつ正確に計測することができる。

【図面の簡単な説明】

* 【図1】本発明に係るバッテリー計測装置の一実施例を示す図である。

【図2】伝達関数を求めるためにバッテリーをモデル化した状態を示す図である。

【図3】放電電流の変化に伴い生じる各領域での電荷等の時間に対する特性を示す図である。

【図4】バッテリーの電解液中の各領域間での電荷の移動などの現象を伝達関数としてとらえ、それを表す制御ブロック図である。

10 【図5】伝達関数を求めるための図4に示すブロック図の変換工程を説明する図である。

【図6】伝達関数を求めるための図4に示すブロック図の変換工程を説明する図である。

【図7】開放電圧を求めるための原理を説明するための図である。

【図8】放電電流の変化に伴い生じる計測電圧並びに開放電圧（予想）の時間に対する特性を示す図である。

【図9】従来の問題を説明するための図である。

【図10】従来の問題を説明するための図である。

【符号の説明】

11 バッテリー

11d 電極板

13 電圧測定部

14 電流測定部

15 特性算出部

17 電極周囲の電荷算出部

18 全電荷算出部（進み補償部）

19 開放電圧算出部

20 寿命判定部

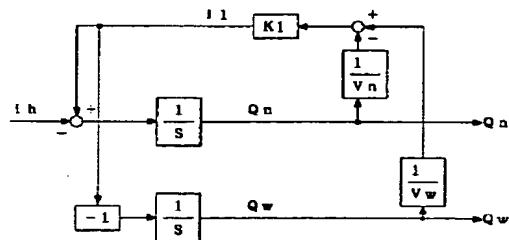
21 温度センサ

22 温度補正部

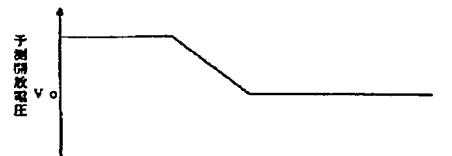
A 狹い領域（電極に近く比較的早く化学反応を生じる領域）

B 広い領域（電極に遠い領域）

【図4】

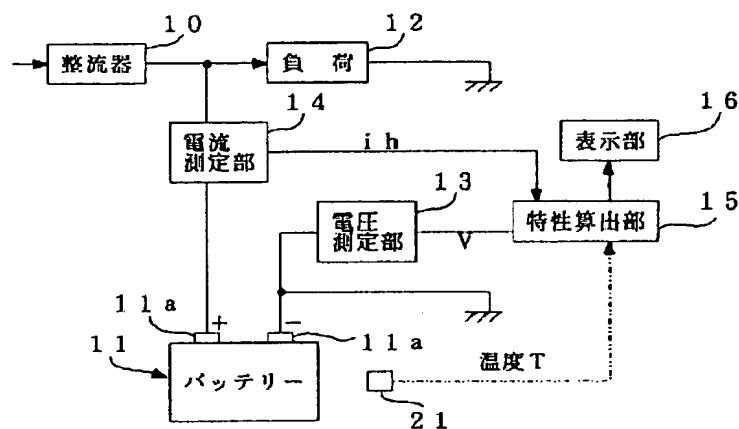


【図8】

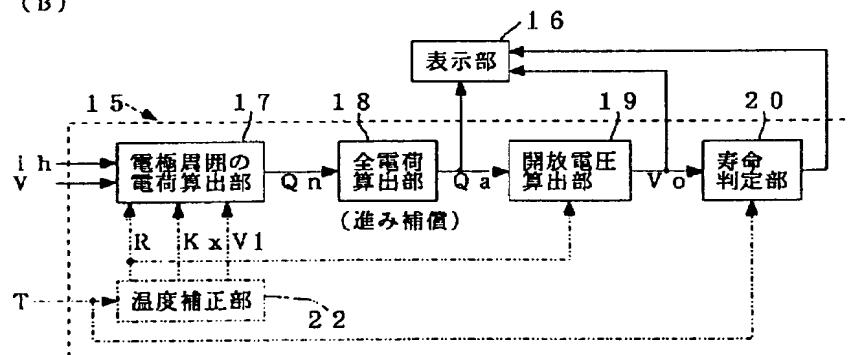


【図1】

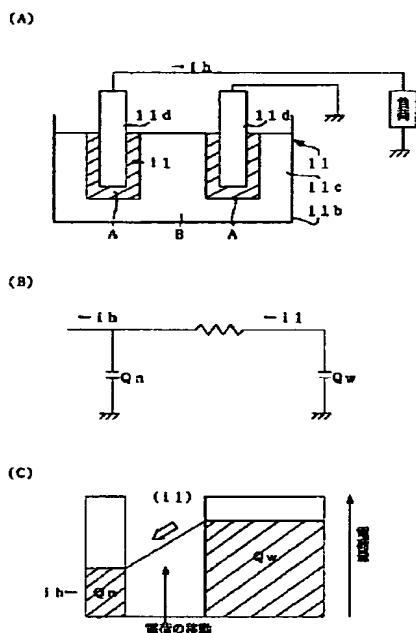
(A)



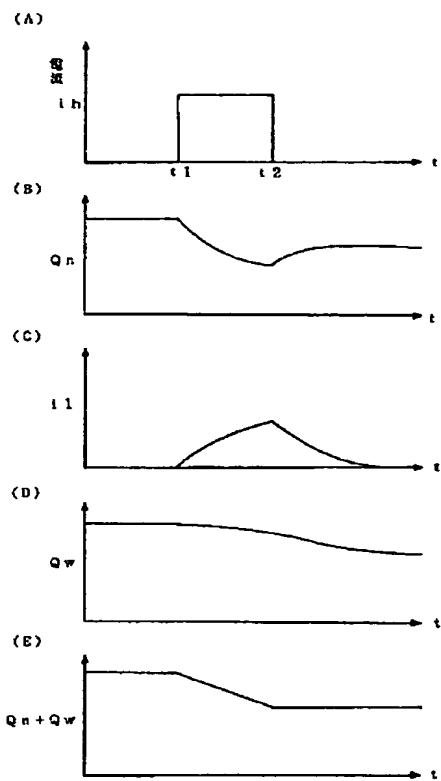
(B)



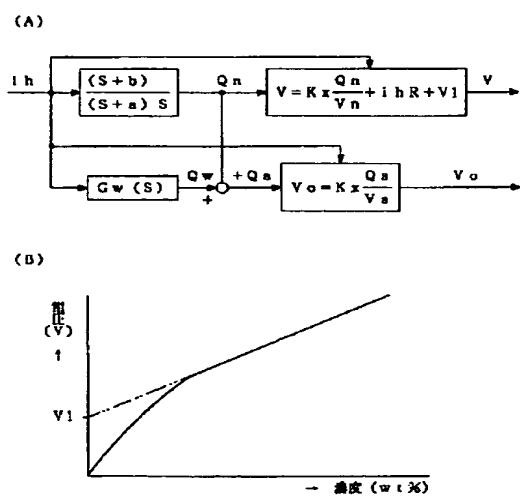
【図2】



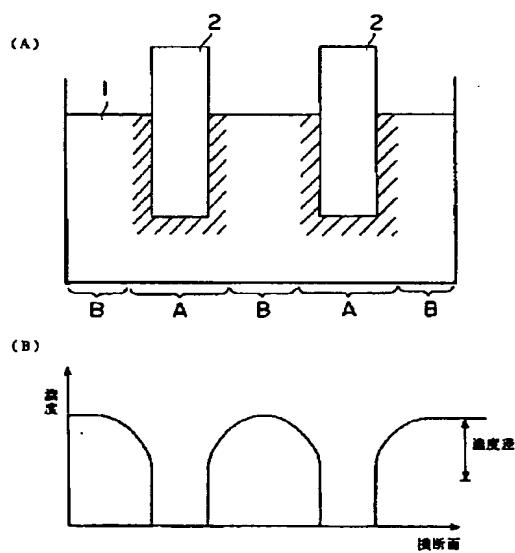
【図3】



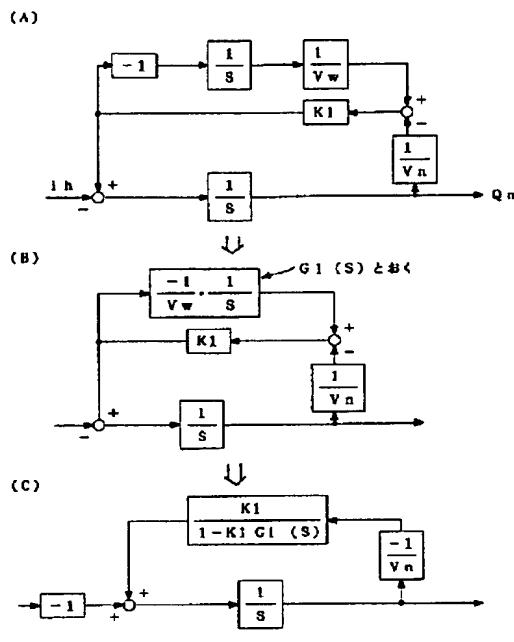
【図7】



【図9】



【図5】



【図6】

(A)

$$\frac{1}{s} \cdot \frac{-1}{1 - \frac{1}{s} \cdot \frac{-1}{Vw} \cdot \frac{K1}{1 - K1 G1(s)}} \rightarrow Q_n$$

(B)

$$\frac{1}{s + \frac{Vw \cdot K1 \cdot s}{Vn \cdot (Vw \cdot s + K1)}} \rightarrow Q_n$$

(C)

$$\frac{Vn \cdot (Vw \cdot s + K1)}{(Vn \cdot Vw \cdot s + K1 \cdot (Vw + Vn)) \cdot s} \rightarrow Q_n$$

(D)

$$\frac{(s+a)}{(s+a) \cdot s} \rightarrow Q_n$$

ただし、
 $a = \frac{K1 \cdot (Vw + Vn)}{Vn \cdot Vw}$
 $b = \frac{K1}{Vw}$

【図10】

